

## Untersuchung der zum Oberflächenabfluss führenden Prozesse mittels Filmaufnahmen

B. KAZÓ

*Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest*

Nach stärkerem Regen sind in Hanglagen gewöhnlich Wasserrisse und Gräben anzutreffen, verursacht durch das von oben abfließende Niederschlagswasser. Die Erosionsschäden dieser Art können geringfügig oder bedeutungsvoll sein, je nach Menge und Intensität des Regens und der Erodierbarkeit des Bodens. Die Ermittlung des Ausmaßes der Bodenabtragung in einem bestimmten Gebiet gewährt einen Überblick über den Zerstörungsgrad fruchtbaren Bodens. Diese Angabe genügt jedoch nicht, weil sie von bloß statischer Natur ist. Die Ausarbeitung von Maßnahmen zum Schutz des Hanges gegen Erosion erfordert die Kenntnis der Häufigkeit von Regenintensitätswerten, der mit den häufigsten Intensitäten verbundenen Abflußzahlen und der Kennzahlen der Erodierbarkeit der Böden in dem betreffenden Gebiet. Die Häufigkeit der Regenintensitätszahlen ist den Verzeichnissen der Niederschlags-Meßwerte meteorologischer Stationen, als Mittel für 3—5—10—20—30 Jahre, zu entnehmen. Die Ermittlung von Abfluß- und Erodierbarkeitswerten ist jedoch — in Ermangelung eines organisierten Netzes von Beobachtungs- bzw. Meßstellen — zur Zeit noch mit Schwierigkeiten verbunden. Zwecks Beseitigung dieses Nachteils wird versucht, künstliche Niederschläge von der gewünschten, mit dem Naturregen vergleichbaren Intensität, mit Hilfe von Regenapparaten zu erzeugen und das Verhalten des Bodens unter dem Einfluß des Regens zu prüfen. Man stellt fest, wie lange vom Beginn des Regens der Boden imstande ist, das Wasser dauernd in die tieferen Schichte abzuleiten, wann Spiegelung auf der Bodenoberfläche auftritt, wie lange dieselbe anhält und wann der Abfluß beginnt. Zu bestimmen ist auch die Zeitspanne, nach deren Ablauf die Menge des abfließenden Wassers konstant wird, sowie jene Zeit, die nach Aufhören des Regens bis zur völligen Versickerung des Oberflächenwassers verstreicht. Mit dem bloßen Auge können manche Phasen der obengenannten Vorgänge wenn überhaupt nur schwer, verfolgt werden. Gute Abhilfe schafft jedoch der Forschungsfilm, der die sonst schwer wahrnehmbaren Erscheinungen erfaßt, registriert, und nach Wunsch reproduzierbar macht. Diese Methode wird in unserem Institut zur Beobachtung von Erosionsvorgängen angewandt; in Kenntnis der Drehgeschwindigkeit des Filmes läßt sich auch die Zeitdauer der einzelnen Phasen ermitteln. Auf diese Weise sind gesicherte Aufschlüsse bezüglich der Erosionsdynamik auf bestimmten Flächen oder Bodentypen zu erlangen. Mit Hilfe einer Zeitlupenvorrichtung, auf einem entsprechend abgeändertem Apparat vom Typ Pentaflex 16, konnten Aufnahmen in Zeitabständen von je 2,5 Sek. gemacht werden.

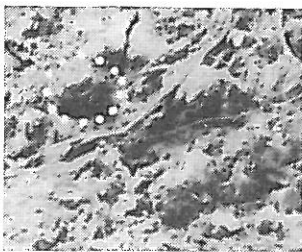


Abb. 1.

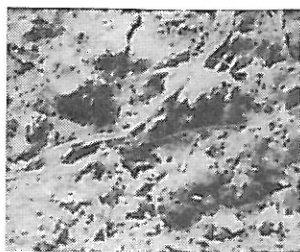


Abb. 2.

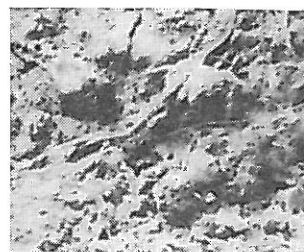


Abb. 3.

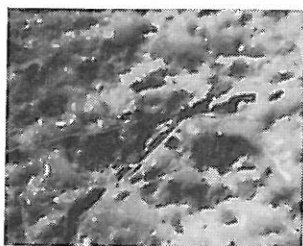


Abb. 4.

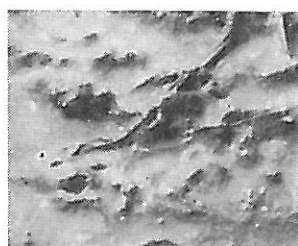


Abb. 5.

Abb. 1. Ursprüngliche Bodenoberfläche. Wir prüfen den Zerfall des mit Punktier bezeichneten Krümelchens von 13 mm Durchmesser bei künstlicher Beregnung eines Maisstoppelfeldes auf dem erwähnten braunen Waldboden unter Einfluss des mit einer Intensität von 40 mm/Stunde fallenden Regens. Durchmesser der einzelnen Tropfen 3 mm.

Abb. 2. 20 Sekunden nach Beginn des Regens, als der Wassertropfen das zu beobachtende Krümelchen eben trifft.

Abb. 3. 7,5 Sekunden später saugt der Boden das auf den Krümel gelangte Wasser auf, erleidet nur oberflächliche Gestaltsveränderungen — behält jedoch noch seine ursprüngliche Größe.

Abb. 4. Nach 17 Minuten 18 Sekunden kann das bis zur Wasserkapazität mit Wasser gesättigte Krümelchen der mechanischen Wirkung der Regentropfen nicht mehr widerstehen, es hat auch schon 1/3 seiner ursprünglichen Größe eingebüßt. Der Zerfallprozeß hat begonnen.

Abb. 5. 53 Minuten 52 Sekunden nach dem Beginn des Regenfalles hat das Krümelchen mehr als 50% seiner ursprünglichen Größe verloren. Die abgelösten Teile wurden auf der Oberfläche zerschlämmt.

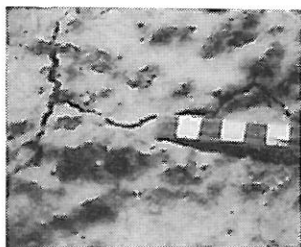


Abb. 6.

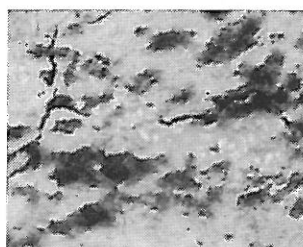


Abb. 7.

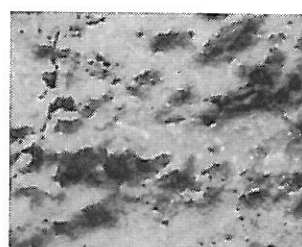


Abb. 8.

Abb. 6. Ursprüngliche Bodenoberfläche. Wir untersuchen auf dem erwähnten braunen Waldboden die Erosionsbase bildende Eigenschaft des auf der Oberfläche der verkrusteten, zermürbten Frosttieffurche in Richtung des Gefälles sich hinziehenden Risses unter Einfluss der künstlichen Beregnung mit der Intensität von 40 mm/ Stunde, bestehend aus Tropfen von 3 mm Durchmesser.

Abb. 7. 2 Minuten 36 Sekunden nach Beginn des Regens ist ein Teil der Risse mit Wasser gefüllt.

Abb. 8. Nach 3 Minuten 12 Sekunden beginnt die Anschwellung der Risse. Da jedoch die Struktur des Bodens infolge des Pflügens lockerer ist, sichert der auf die Oberfläche gelangende Niederschlag in tiefere Schichten.

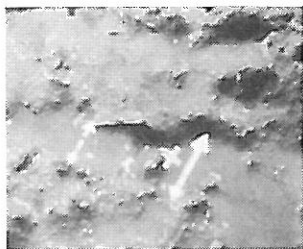


Abb. 9.

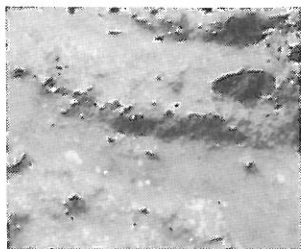


Abb. 10.

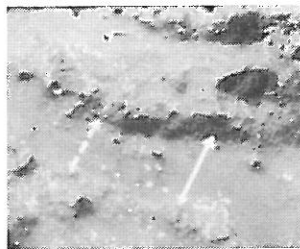


Abb. 11.

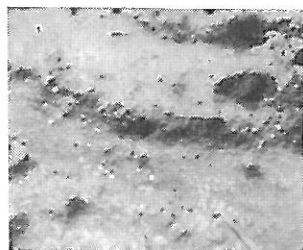


Abb. 12.

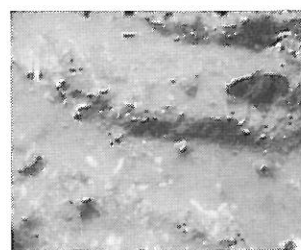


Abb. 13.

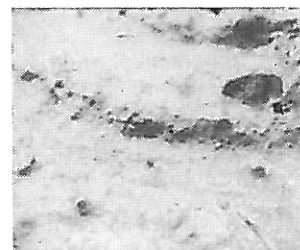


Abb. 14.

Abb. 9. Der Abfluß beginnt erst nach 57 Minuten 30 Sekunden. Auf der bezeichneten Stelle bildet sich eine kleine Wasserrinne die im Mikromasstabe ebenso entsteht, wie die Schicht oder Rinnenerosion auf der Oberfläche.

Abb. 10. Nach 57 Minuten 52 Sekunden entwickelt sich auf der aufgelockerten und verschlammten Bodenoberfläche der dauernde Abfluß des überschüssigen Wassers. Unter Einfluß des abfließenden Wassers beginnt die Fortwanderung der größeren Bodenteilchen von ihrer ursprünglichen Stelle. Das auf Abbildung 9 mit x bezeichnete Bodenkrümelchen verlagerte sich in 22 Sekunden um 86 mm in Richtung des Abflusses.

Abb. 11. Das Bett des auf Abbildung 9 sich ausbildenden kleinen Wasserrinne wird immer breiter und breiter. In der 58-ten Minute (1 Minute 30 Sekunden von der Abbildung 9 ab gerechnet), verbreitete sich die Rinne auf der mit Punktierlinie bezeichneten Stelle von 16 auf 26 mm, auf der mit ununterbrochenen Linie bezeichneten Stelle von 26 mm auf 33 mm.

Abb. 12. In der 60-ten Minute hörte die Beregnung auf. Nach 12 Sekunden ist noch keinerlei Anzeichen der Einsickerung sichtbar, nur der Abfluß hört auf.

Abb. 13. 2 Minuten 24 Sekunden nach Aufhören des Regens verschwindet das Glänzen des Wassers auf den Erhöhungen der Oberfläche, die Einsickerung hat begonnen.

Abb. 14. Nach 3 Minuten 46 Sekunden ist das Oberflächenwasser ganz verschwunden.

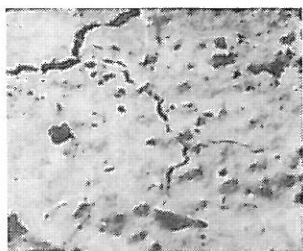


Abb. 15.



Abb. 16.

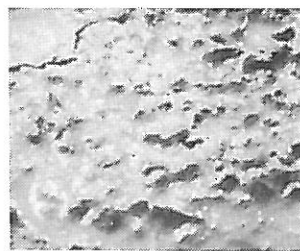


Abb. 17.

Abb. 15. Ursprüngliche Bodenoberfläche eines verkrusteten Maisstopperfeldes.

Abb. 16. Unter Einfluß eines Niederschlages von 40 mm/Stunden Intensität erscheint auf der Oberfläche des Bodens nach 2 Minuten 40 Sekunden freies Wasser, ein Teil der Risse schwillt zu. Unter Einfluß der mechanischen Wirkung der Regentropfen beginnen sich Mikroreservoir auszubilden.

Abb. 17. Nach 3 Minuten 52 Sekunden ist die Oberfläche noch mehr aufgeweicht, es ist nur ein größerer Riß sichtbar. Die auf der Oberfläche entstandenen Mikroreservoirs beginnen sich umzuordnen.

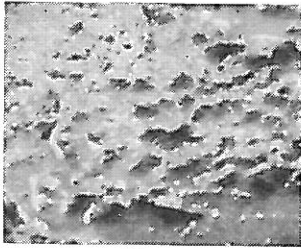


Abb. 18.

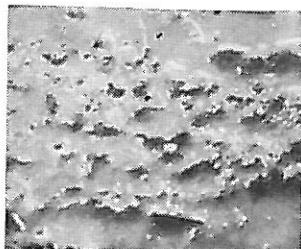


Abb. 19.



Abb. 20.

Abb. 18. Nach 7 Minuten 4 Sekunden verschwindet die Spalte vollkommen, sie schwillt zu, die Mikroreservoirs beginnen sich mit Wasser aufzufüllen und fließen ineinander. Das auf der Bodenoberfläche angesammelte Wasser beginnt sich in einer dünnen filmartigen Schicht zu bewegen.

Abb. 19. Nach 24 Minuten 1 Sekunden wird die Wasserbewegung auf der ganzen verschwommenen Oberfläche beständig, die Konturen der Mikroreservoirs sind trotzdem noch gut wahrnehmbar.

Abb. 20. Nach 58 Minuten 22 Sekunden verschlämmt die filmartige Wasserbewegung die Grenzen der Mikroreservoirs, diese fließen ineinander und legen dem Abfließenden Wasser kein Hindernis mehr in den Weg. Die Menge des von der Flächeneinheit abfließenden Wassers stabilisiert sich.

Die vorliegenden Ergebnisse beziehen sich auf einen lessivierten braunen Waldboden auf verfrachteten Tertiärablagerungen.

Aus den aufeinander folgenden Würfeln des Filmes kann der Prozeß des Zerfalles einzelner Krümelchen auf der Bodenoberfläche ausgemessen werden (Abb. 1—5.). Beobachtbar ist an diesen auch die Schwellung der verkrusteten Bodenoberfläche unter Einfluß des Wassers (Abb. 6—8.), die Erosionsbasen herausbildende Eigenschaft der in Richtung des Gefälles sich hinziehenden größeren Risse, der Abfluß des überschüssigen Wassers in Richtung des Gefälles auf der durch die Niederschläge aufgelockerten Bodenoberfläche bzw. der Beginn der Wildbachbildung (Abb. 9—11.), das Tempo der Einsickerung des auf die Bodenoberfläche gelangten Wassers (Abb. 12—14.), die Entstehung und Umgruppierung der unter dem Einfluß der Anschläge der Regentropfen gebildeten Mikroreservoirs (Abb. 15—20).

### Zusammenfassung

Die unmittelbare Beobachtung mancher Erscheinungen bei Erosionsvorgängen stößt auf Schwierigkeiten. Diese können vermieden werden durch Anwendung des Forschungsfilmes, der die sonst kaum wahrnehmbare Erscheinungen erfaßt, festhält, und jederzeit nach Wunsch reproduzierbar macht. In Kenntnis der Drehgeschwindigkeit des Filmes können die einzelnen Teilvorgänge nicht nur beobachtet, sondern auch zeitlich verfolgt werden, d. h. genaue Zeitmessungen sind möglich. Auf diese Weise ergibt sich ein deutliches Bild der Erosionsdynamik für den jeweils gegebenen Fall. Mit Hilfe von Zeitlupen — Aufnahmen erhält man das Zeitmaß der einzelnen Phasen des Vorganges, dargestellt durch die aufeinanderfolgenden Einzelaufnahmen, nämlich: Zerfall der Krümel auf der Bodenoberfläche, Entstehen von Mikrowasserläufen auf der durch den Niederschlag aufgelockerten Oberfläche, Verlagerung derselben infolge der Wucht der herabfallenden Regentropfen, und Beginn der Wasserrißbildung. Des weiteren sind zu beobachten: Quellung der schuppigen, von Sprüngen durchsetzten Oberfläche bei Durchfeuchtung und Schwund derselben während des Trocknens, Ausbildung von Erosionsbasen durch die größeren, in Gefällsrichtung verlaufenden Wasserrisse sowie Einsickerungsgeschwindigkeit des Oberflächenwassers. Diese Vorgänge sind auf den beiliegenden Filmaufnahmen dargestellt.

## A Study of the Outset of Runoff with the Aid of the Film

B. KAZÓ

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences,  
Budapest

### Summary

In the study of erosional processes some phenomena are rather difficult to observe. To eliminate such difficulties the research film was used which is apt to record and evidence those hardly perceptible occurrences and to render them reproducible at will. When the velocity of the picture is known, the individual phenomena can be not only observed but even exactly measured. Thus a correct picture can be obtained of the erosional dynamics of the soil type studied. By slow-motion recording from the squares of film following each other the disaggregation of the crumbles of the soil surface upon the impact action of the raindrops, the formation of the micro-water drainage basins, their rearrangement upon the effect of the rain drops and the beginning of the formation of gullies can be measured. The swelling upon the action of water of the surface of cracking soils and/or their shrivelling when drying out, the erosional basis forming capacity of considerable clefts running parallel with the slope and the rate of infiltration of surface water, these phenomena are presented in the annexed film.

*Fig. 1.* Original soil surface. Desintegration of a 13 mm dia. crumble limited by points is examined upon the action of a 40 mm/hour intensity rain simulating sprinkling irrigation with 3 mm drops in a maize stubble on the brown forest soil referred to.

*Fig. 2.* 20 sec. after the start of the rain when a drop of water just hits the crumble to be observed.

*Fig. 3.* 7.5 sec. later the water that has got the crumble is imbibed by the soil; on the effect of the hit it suffers only a superficial change of form but it still keeps its original size.

*Fig. 4.* 17 min. 18 sec. later the crumble saturated to the water capacity can no more resist to the mechanical action of the drops. It has lost already one third of its original size. The process of desintegration has started.

*Fig. 5.* 53 min. 52 sec. after the starting of the rain the crumble has lost more than 50 per cent of its original size. The detached parts became silted on the surface.

*Fig. 6.* Original soil surface. On the surface of caked, cracked winter deep ploughing the property of developing an erosion basis of the crevice extending in the direction of the slope is examined upon the effect of a 40 mm/hour intensity artificial rain with 3 mm drops on the brown forest soil referred to in the text.

*Fig. 7.* 2 min. 36 sec. after the starting of the rain part of the crevices is filled up with water.

*Fig. 8.* After 3 min. 12 sec. the swelling in of the crevices begins, but since the structure of the soil as a result of ploughing became looser, the precipitation that got the surface is seeping in deeper layers.

*Fig. 9.* The run-off starts only after 57 min. 30 sec. On the indicated spot a small gully develops which evolves in micro-dimensions similarly to the surface layer or ditch erosion.

*Fig. 10.* After 57 min. 52 sec. on the loosened and sludged soil surface the permanent run off of the superfluous water that can not be absorbed develops. Upon the action of the water running off the moving of the greater soil particles from their original site sets on. The soil crumble marked in Fig. 9. moved 86 mm in the direction of the runoff in 22 sec.

*Fig. 11.* The bed of the small gully seen in Fig. 9 more and more widens. In the 58. minute, in 1 min. 30 sec. as reckoned from Fig. 9 at the site marked with a dotted line the bed has widened from 16 to 26 mm and on the site marked with a continuous line from 26 to 33 mm.

*Fig. 12.* After sixty minutes the rain ended. In 12 sec. no sign of drawing off can be seen yet, only the run off discontinues.

*Fig. 13.* 2 min. 24 sec. after the rain has ceased on the emerging higher points of the surface the glittering of the water disappears. Infiltration began.

*Fig. 14.* In 3 min. 46 sec. the surface water completely disappeared.

*Fig. 15.* Original surface of cracked maize stubble.

*Fig. 16.* Upon the action of a 40 mm/hour intensity precipitation in 2 min. 40 sec. surface water appears on the soil surface and part of the crevices swells in. Upon the shock action of the drops micro catchment basins begin to develop.



*Fig. 17.* In 3 min. 52 sec. the surface is still more soaked, only one larger crevice is seen. Rearrangement of the micro-catchment-basins developed on the surface begins.

*Fig. 18.* In 7 min. 4 sec. the crevice completely disappears, swells in, the micro-catchment-basins begin to be filled with water and to flow together. The water gathered on the surface begins to move in a thin film-like layer.

*Fig. 19.* In 24 min. 1 sec. on the completely soaked surface the movement of the water is stabilized but the outlines of the micro-catchment basins can still be readily observed.

*Fig. 20.* At 58 min. 22 sec. the film-like movement of water washes away the limits of the catchment basins and these rifting into each other no more hinder the run off of the water. The amount of water running off as measured from the unit area is stabilized.

## L'étude du commencement de l'écoulement par la cinématographie

B. KAZÓ

Institut des Recherches de Pédologie et de Chimie Agricole de l'Académie des Sciences de Hongrie, Budapest

### Résumé

Dans l'étude de l'érosion on rencontre des phénomènes que l'on ne peut suivre, que difficilement. Pour éliminer ces difficultés nous employons la cinématographie qui fixe les phénomènes difficilement perceptibles et les rend réproductifs en temps voulu. En connaissant la vitesse de la suite de la prise de vues les phénomènes divers peuvent être observés et deviennent mesurables avec précision. Ainsi l'on obtient un image précis de la dynamique érosive du type de sol étudié. Avec un tournage à ralenti l'on arrive à mesurer sur les carrés de films se succédant le délitement des granules de la surface du sol sous l'effet percutif des gouttes de pluie, la formation des petits collecteurs d'eau sur la surface du sol ameublie par la pluie, la réorientation de la surface sous l'effet des gouttes d'eau, le commencement de la formation des ravins, le gonflement de la surface de la terre crevassée et son rétrécissement lors du dessèchement, la propriété de servir de base d'érosion des crevasses d'une certaine dimension s'étendant le long de la pente et la vitesse de pénétration de l'eau qui arrive à la surface du sol. Ce sont les procédés que nous présentons à l'aide de ce film.

*Fig. 1.* Surface initial du sol. Nous examinons la désaggrégation d'un grumeau de 13 mm de diamètre, marqué par des points, sous l'influence d'une pluie artificielle composée de gouttes de 3 mm diamètre, d'une intensité de 40 mm par heure, sur chaume de maïs sur le sol forestier brun mentionné.

*Fig. 2.* 20 secondes après le commencement de la pluie, lorsqu'une goutte d'eau vient d'atteindre le grumeau.

*Fig. 3.* Au bout de 7,5 secondes le sol adsorbe l'eau arrivée sur le grumeau, celui-ci se déforme à la surface mais conserve encore sa forme initiale.

*Fig. 4.* Au bout de 17 minutes 18 secondes le grumeau saturé d'eau ne résiste plus à l'effet ultérieur des gouttes de pluie. Il a déjà perdu 1/3 de sa grandeur initiale. Le processus de la désaggrégation a commencé.

*Fig. 5.* Après 53 minutes 52 secondes, à partir du commencement de la pluie, le grumeau a perdu plus de 50% de sa grandeur initiale. Les parties détachées se sont dispersées sur la surface.

*Fig. 6.* Surface initiale du sol. Nous examinons l'effet sur la formation d'une base d'érosion à partir d'une fente s'étirant dans la direction de la pente, sur la surface d'un labour d'automne profond fendillée, d'une pluie artificielle composée de gouttes de 3 mm de diamètre, d'une intensité de 40 mm par heure, sur le sol forestier brun mentionné.

*Fig. 7.* Au bout de 2 minutes 36 secondes, à partir du commencement de la pluie, une partie des fentes se remplit d'eau.

*Fig. 8.* Au bout de 3 minutes 12 secondes commence l'engorgement des fentes. Mais comme la structure du sol est ameublie par le labour, l'eau arrivée sur la surface l'infiltré dans les couches plus profondes.

*Fig. 9.* L'écoulement de l'eau ne commence qu'après 57 minutes 30 secondes. Sur le lieu indiqué il se forme une petite ravine, dont la formation en petites dimensions est analogue à celle de l'érosion en couches ou en rigoles.

*Fig. 10.* Au bout de 57 minutes 52 secondes commence sur la surface ameublie et envasée du sol l'écoulement continu de l'eau qui ne peut plus s'infiltrer. Sous l'effet de l'eau s'écoulant commence le déplacement des parties plus grandes du sol. Le grumeau marqué d'un  $\times$  aussi sur la 9-e image a avancé de 86 mm pendant 22 secondes dans la direction de l'écoulement.

*Fig. 11.* Le lit de la petite ravine, dont on a vu la formation sur la 9-e image, s'élargit de plus en plus. Dans 58-e minute à compter de la 9-e image le lit s'est élargi, en 1 minute 30 secondes, de 16 mm à 26 mm sur l'endroit marqué d'un trait interrompu, et de 26 mm à 33 mm sur l'endroit au trait continu.

*Fig. 12.* Dans la 60-e minute la pluie a cessé. Après 12 secondes l'on ne voit encore aucune trace de l'infiltration, l'écoulement cesse.

*Fig. 13.* Au bout de 2 minutes 24 secondes après que la pluie a cessé l'on ne voit plus le scintillement de l'eau sur les points élevés de la surface. L'infiltration a commencé.

*Fig. 14.* Au bout de 3 minutes 46 secondes l'eau superficielle a complètement disparu.

*Fig. 15.* Surface initiale d'un chaume de maïs fendillé.

*Fig. 16.* Sous l'effet d'une pluie d'une intensité de 40 mm par heure il y a apparition d'eau superficielle, une partie des fentes s'engorge. Sous l'effet des coups des gouttes de pluie des petits récepteurs d'eau commencent à se former.

*Fig. 17.* Au bout de 3 minutes 52 secondes le sol se détrempe davantage, l'on ne voit plus qu'une seule fente plus grande. Les petits récepteurs formés sur la surface commencent à se rémanier.

*Fig. 18.* Au bout de 7 minutes 4 secondes la fente disparaît complètement, elle se gonfle, les petits récepteurs commencent à s'emplir d'eau, à se confondre. L'eau amassée sur la surface commence à s'écouler en une couche mince.

*Fig. 19.* Au bout de 24 minutes 1 secondes l'écoulement de l'eau devient permanent sur la surface entièrement détrempée, mais l'on distingue encore bien les contours des petits récepteurs d'eau.

*Fig. 20.* A 58 minutes 22 secondes la mince couche d'eau qui s'écoule emporte les contours des récepteurs d'eau, ceux-ci en se confondant n'opposent plus d'obstacle à l'eau ruissellant. La quantité d'eau écoulée d'une certaine surface devient constant

## Киносъемка при изучении стока воды

Б. КАЗО

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

### Резюме

Изучая процессы эрозии, мы встретились с такими явлениями, которые очень трудно проследить обычными методами. Для облегчения наблюдений производилась киносъемка с помощью которой можно регистрировать эти явления, документировать их и при необходимости в любое время воспроизводить. Зная скорость движения кадров можно не только наблюдать эти явления, но и точно измерять их величины, т. е. мы можем получить точную картину динамики и эрозии изучаемых почв. При замедленном движении кадров можно измерить распад структуры почвы под действием дождевых капель, переобразование микроводосборов на разрыхленной осадками поверхности почвы, а так же начало образования промоин. Можно измерить набухание под действием воды трещиноватой и коркующейся поверхности почвы, уменьшение объема при высыхании, определить роль трещин, идущих вдоль по склону, в образовании базиса эрозии и скорость впитывания воды, попавшей на поверхность почвы. Все это показано в прилагаемом фильме.

*Рис. 1.* Поверхность почвы в исходном состоянии. Распад комка диаметром 13 мм (обведен пунктиром) под влиянием искусственного дождя интенсивностью 40 мм/час с размером капель в 3 мм, на стерне кукурузы на бурой лесной почве.

*Рис. 2.* Момент попадания капли дождя на исследуемый почвенный комочек спустя 20 минут после начала дождя.

*Рис. 3.* Прошло еще 7,5 секунд, капля попавшая на комок впитывалась почвой, под действием удара наблюдалось только поверхностное изменение комочка, но еще сохраняется первоначальный размер.

*Рис. 4.* Спустя 17 мин 18 сек. почвенный комочек, насыщенный до состояния полной влагоемкости, уже не может противостоять разрушительному действию дождевых капель. Он потерял 1/3 часть первоначального размера. Начался процесс разрушения.

*Рис. 5.* Спустя 53 мин 52 сек. после начала дождя комочек разрушился на 50%. Отпадающие от комочка частички размываются.

*Рис. 6.* Поверхность почвы в исходном состоянии. Мы изучали возможность образования базиса эрозии из идущей по склону, трещины на коркующейся и трещиноватой поверхности почвы после зяблевой вспашки. Интенсивность дождя 40 мм/час с размером капель в 3 мм на бурой лесной почве.

*Рис. 7.* Через 2 мин 36 сек. после начала дождя часть трещин заполняется водой.

*Рис. 8.* Через 3 мин 12 сек. начинается набухание трещин, но ввиду того, что структура почвы после вспашки рыхлая, попавшие на поверхность осадки просачиваются в более глубокие слои почвы.

*Рис. 9.* Сток начался только через 57 мин. 37 сек. На отмеченном месте возникла маленькая промоина, которая образуется так же как поверхностная или овражная эрозия.

*Рис. 10.* Через 57 мин. 52 сек. на разрыхленной, илистой поверхности образуется постоянный сток воды, которая уже не может впитываться в почву. Под влиянием стока начинается смыв более крупных агрегатов почвы. На 9 кадре почвенный комочек, помеченный крестиком, за 20 сек. прошел 86 мм по направлению смыва.

*Рис. 11.* Показанная на 9 кадре промоина постоянно расширяет свое русло. На 58-ой минуте — считая от девятого кадра — в течение 1 мин. 30 сек. в помеченном пунктирной линией месте русло промоины увеличилось с 16 мм до 26 мм, а в помеченном сплошной линией месте, от 26 мм до 33 мм.

*Рис. 12.* На 60 минуте дождь прекратился. Через 12 сек. все еще не было видно никаких признаков впитывания, только прекратился сток.

*Рис. 13.* Через 2 мин. 24 сек. после прекращения дождя с более высоких мест исчезает вода. Начался процесс впитывания.

*Рис. 14.* Через 3 мин. 46 сек. вода совсем исчезла с поверхности.

*Рис. 15.* Коркующаяся поверхность почвы в исходном состоянии. Стерня кукурузы.

*Рис. 16.* Через 2 мин. 40 сек. под влиянием дождя интенсивность 40 мм/час, на поверхности появляется вода, часть трещин заплывает. Под влиянием удара дождевых капель начинается образование микроводосбора.

*Рис. 17.* Через 3 мин. 52 сек. поверхность промачивается еще больше, видна только одна большая трещина. Микроводосборы трансформируются.

*Рис. 18.* Через 7 мин. 4 сек. трещина полностью исчезает, заплывает, микроводосборы заполняются водой и сливаются. Скопившаяся на поверхность вода начинает двигаться в виде тонкой пленки.

*Рис. 19.* Через 24 мин. 01 сек. на размокшей поверхности движение воды становится постоянным, но контуры образованных микроводосборов еще очень хорошо видны.

*Рис. 20.* На 58 мин. 22 сек. де пленочное движение воды смывает границы микроводосборов, они соединяясь уже не являются препятствием для стока воды. Количество, стекающей с единицы поверхности, воды будет постоянным.